

Physik der Materie II

FSU Jena - SS 2008

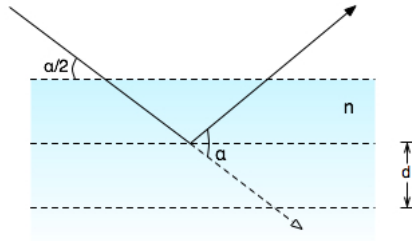
Übungsserie 05 - Lösungen

Stilianos Louca

29. Juni 2008

Aufgabe 01

Phononen der Frequenz ω und Wellenzahl k erzeugen eine periodische Variation der Dielektrizitätskonstante innerhalb des Kristalls, so dass die Brillouin-Streuung an der Kristall-Oberfläche als Bragg-Reflexion an den parallelen *äqui-Dielektrizitäts-Schichten* gedeutet werden kann. Dabei entspricht der *Ebenenabstand* genau $d = \frac{2\pi}{k}$.



Die Braggsche Reflexionsbedingung lautet dann

$$2d \sin \frac{\alpha}{2} = \lambda_{\text{medium}} = \frac{\lambda}{n}$$

woraus sich ergibt

$$k = \frac{4\pi n}{\lambda} \sin \frac{\alpha}{2}$$

Unter Annahme einer linearen Dispersionsrelation $\omega = vk$ im Kristall, ergibt sich schließlich

$$\omega = 4\pi v \frac{n}{\lambda} \sin \frac{\alpha}{2} \approx 7.45 \times 10^{10} \text{ s}^{-1}$$

Aufgabe 02

Leitfähigkeit σ und Beweglichkeit μ sind über die Ladungsträgerdichte n_q (pro Volumen) und deren Ladung q verknüpft über

$$\sigma = n_q q \mu$$

Durch die Atommasse $m_s = 28.0855 \text{ u}$ von Silicium ergibt sich eine Silicium-Teilchendichte (pro Volumen) von

$$n_s = \frac{\rho_s}{m_s}$$

und somit eine Ladungsträgerdichte (pro Atom)

$$\mathcal{N}_q = \frac{n_q}{n_s + n_q} \stackrel{n_s \gg n_q}{\approx} \frac{n_q}{n_s} = \frac{\sigma m_s}{q \mu \rho_s}$$

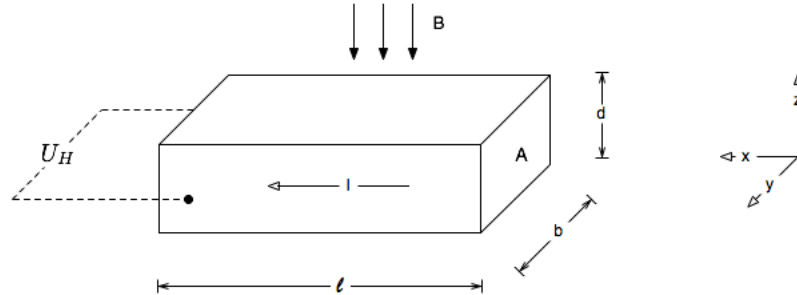
Bei p -dotierung ist $q = +e$, das heißt

$$\mathcal{N}_q \approx \frac{\sigma m_s}{e \mu \rho_s} \approx 1.56 \times 10^{-7} = 1.56 \times 10^{-5} \%$$

Solch eine Dotierung kann z.B. durch dreiwertige Bohratome erzielt werden.

Aufgabe 03

Annahme: Die Ladungsträger haben die Ladung e .



Bei einer mittleren Geschwindigkeit v der Ladungsträger ist der Strom durch die Fläche $\vec{A}$ gegeben durch

$$I = en\vec{v} \cdot \vec{A} \stackrel{\vec{v} \perp \vec{A}}{=} envA$$

Die aufgrund des Magnetfeldes auf die Teilchen wirkende Kraftdichte $\vec{f}_l$ ist gegeben durch

$$\vec{f}_l = en\vec{v} \times \vec{B} = envB\vec{e}_y$$

Die durch die Ladungsdifferenz an beiden Seiten des Plättchens wirkende Coulomb-Kraftdichte $\vec{f}_c$ ist entsprechend gegeben durch

$$\vec{f}_c = -\frac{U_H}{b}en\vec{e}_y$$

Im Gleichgewicht muss gelten $\vec{f}_c + \vec{f}_l \stackrel{!}{=} 0$ das heißt

$$\frac{U_H en}{b} = envB \rightarrow v = \frac{U_H}{bB}$$

und somit

$$n = \frac{IB}{edU_H} = 9.375 \times 10^{22} \text{ m}^{-3}$$